

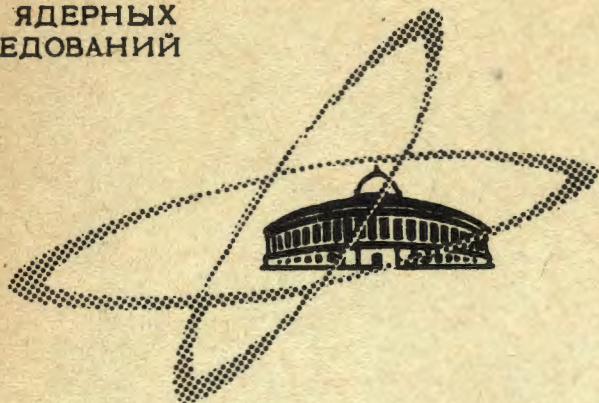
П-58

30/XII-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 4158



Ю.П.Попов, М.Стэмпинский

МНОГОСЛОЙНАЯ ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА
С ЦЕНТРАЛЬНЫМ КОЛЛЕКТОРОМ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1968

13-378

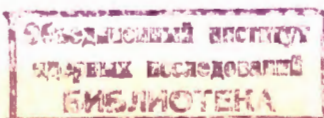
13 - 4158

7623/2 ч

Ю.П. Попов, М. Стэмпинский

МНОГОСЛОЙНАЯ ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА
С ЦЕНТРАЛЬНЫМ КОЛЛЕКТОРОМ

Направлено в ПТЭ



В в е д е н и е

В последние годы при исследовании ядерных реакций с вылетом заряженных частиц сцинтилляционные счетчики и ионизационные камеры с успехом заменяются полупроводниковыми детекторами. Однако для изучения редких реакций (типа реакции (n, α) на резонансных нейтронах в области тяжелых ядер), где нужна большая светосила, ионизационные камеры сохраняют свое значение.

Здесь описана многослойная ионизационная камера с общим центральным проволочным коллектором, которая при значительной рабочей площади имеет малую электрическую емкость, что позволяет пользоваться только одним трактом электронного усиления.

Конструкция камеры

Основные характеристики новой камеры исследовались на небольшом макете, конструктивное оформление которого представлено на рис.1,2. В дюралевый цилиндр помещается кассета, состоящая из четырех параллельных алюминиевых пластин диаметром 160 мм с отверстиями в центре диаметром 40 мм. Пластины крепятся на тефлоновых столбиках к крышке камеры. Расстояние между пластинами - 50 мм. Пластины выполняют роль высоковольтных электродов, на которые нанесено вещество мишени. Роль

собирающего электрода выполняет медная проволока $d = 1,0$ мм. Для того, чтобы электрическое поле было более однородным, к коллектору припаиваются кольца $d = 90$ мм в промежутках между пластинами. Для увеличения эффективности собирания заряда вокруг пластин поставлен экран из медной фольги, который имеет потенциал пластин. Рабочим газом является смесь аргона (98%) с CO_2 (2%) при давлении $P = 2$ атм. Напряжение на пластинах $V = 2100$ в.

Характеристики детектора

В детекторе используется только электронная компонента импульса. Надо заметить, что наблюдается относительно большой разброс времени нарастания импульсов от α -частиц, вылетающих с разных точек мишеней, что связано с большой неоднородностью поля в камере. Этот разброс уменьшается с повышением подаваемого на пластины напряжения. Однако он остается довольно существенным, что заставляет более внимательно отнестись к выбору полосы пропускания усилителя, чтобы не ухудшить амплитудных характеристик детектора. С целью определения разрешающей способности детектора нами был снят амплитудный спектр импульсов от α -частиц двух источников естественного урана диаметром 2 см, один из которых располагался около отверстия в пластине, другой - у ее края.

Амплитудное распределение импульсов изображено на рис. 3. Разрешение детектора составляет 7,5% для $E_\alpha = 4,5$ Мэв. Хотя во время измерений рабочая смесь камеры не подвергалась очистке, уменьшение сигнала за счет загрязнения газа не превышало 1,5% после 150 часов работы.

Постоянный фон детектора, который в принципе обуславливается регистрацией космических лучей, α -радиоактивностью материала, из которого построен детектор, и неконтролируемыми пробоями в газе, в интервале энергии от 5 до 10 Мэв составляет ≈ 10 имп/час.

Очень важной характеристикой детектора при исследовании реакции (n, α) является возможность работы в больших полях γ -квантов $/1/$, поскольку отношение сечений $\sigma(n, \gamma) / \sigma(n, \alpha)$ составляет $10^6 - 10^9$.

Интенсивный фон γ -квантов вызывает в детекторе два отрицательных эффекта: 1) возрастание уровня шумов за счет появления импульсов большой амплитуды в результате многократных наложений импульсов от γ -квантов; 2) искажение электрического поля в рабочем промежутке детектора из-за появления ионного облака, возникающего при гамма-облучении. Эти эффекты приводят к ухудшению энергетического разрешения детектора. Чтобы оценить влияние этих факторов, детектор был облучен гамма-излучением от ^{137}Cs (10^9 γ /сек). При этом не наблюдалось заметного ухудшения разрешения, а при пороге выше 5 Мэв практически отсутствовала регистрация γ -квантов (< 1 имп/час).

В описанной выше камере, в отличие от ионизационной камеры с сеткой, разрешающая способность по энергии в первую очередь определяется относительно большим влиянием заряда ионов на амплитуду сигнала. По этой причине энергетическое разрешение не может быть лучше чем $200 + 250$ кэв (для $E_a = 5$ Мэв). Кроме того, имеется искажение амплитуд импульсов, связанное с шумами усилителя, что приводит к добавочному ухудшению энергетического разрешения. Таким образом, исходя из условия, при котором среднеквадратичное отклонение амплитуд импульсов не превышает $200 - 250$ кэв, можно построить детектор с рабочей площадью $3,5 \text{ м}^2$. При этом электрическая емкость коллектора составит только 300 пф, что в 20 раз меньше емкости ионизационной камеры с сеткой той же рабочей площади.

Заключение

Разработана и исследована многослойная импульсная ионизационная камера с центральным проволочным коллектором, которая обладает следующими характеристиками:

1. Имеет такое же энергетическое разрешение, как и цилиндрическая камера, но при тех же габаритах рабочая площадь ее может значительно превышать рабочую площадь цилиндрической камеры, и это превышение растет, как R/a , где R - радиус цилиндра, a - расстояние между пластинами.

2. Имеет небольшую электрическую емкость, которая слабо зависит от рабочей площади детектора; это упрощает электронику.

3. Удобна для работы в направленных пучках частиц; при плоской форме мишени проще, чем при цилиндрической, учитывать толщину мишени.

4. Имеет малый постоянный фон и нечувствительна к γ -лучам.

5. Проста по конструкции, стабильна в работе и удобна в эксплуатации.

Авторы благодарят Н. Карпову, Р. Ф. Руми, Е. И. Нечаеву за помощь в исследовании характеристик детектора.

Л и т е р а т у р а

1. И. Квитек, Ю. П. Попов, К. Г. Родионов. ПТЭ, №2, 90 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел

19 ноября 1968 года.

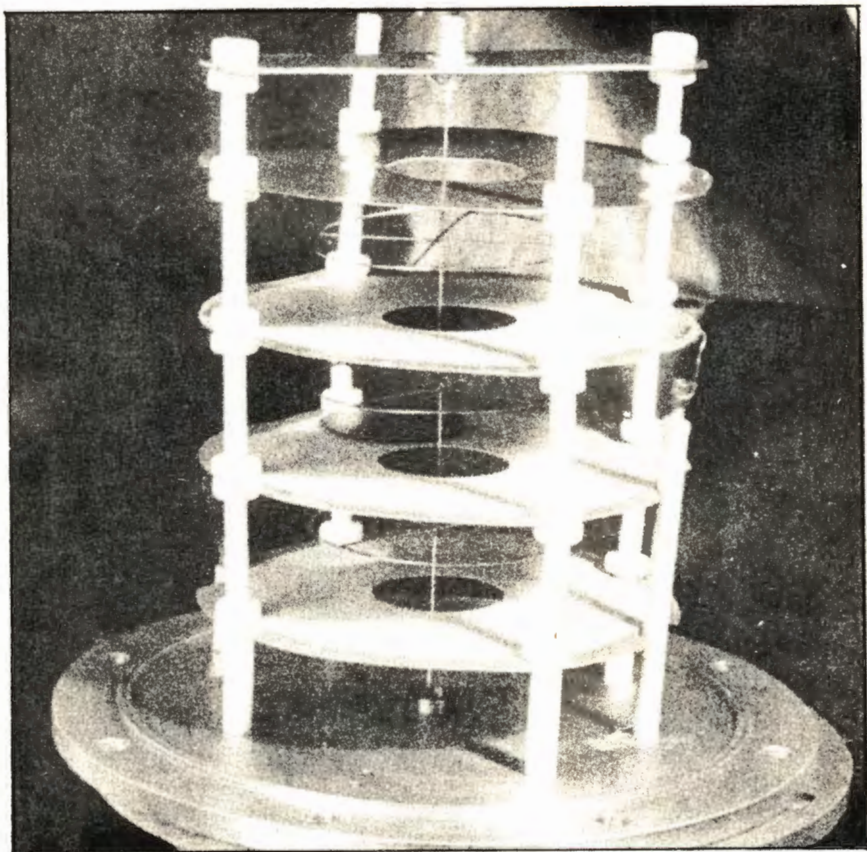


Рис.1. Внутреннее устройство камеры. Вид детектора без экрана и наружного вакуумного кожуха.

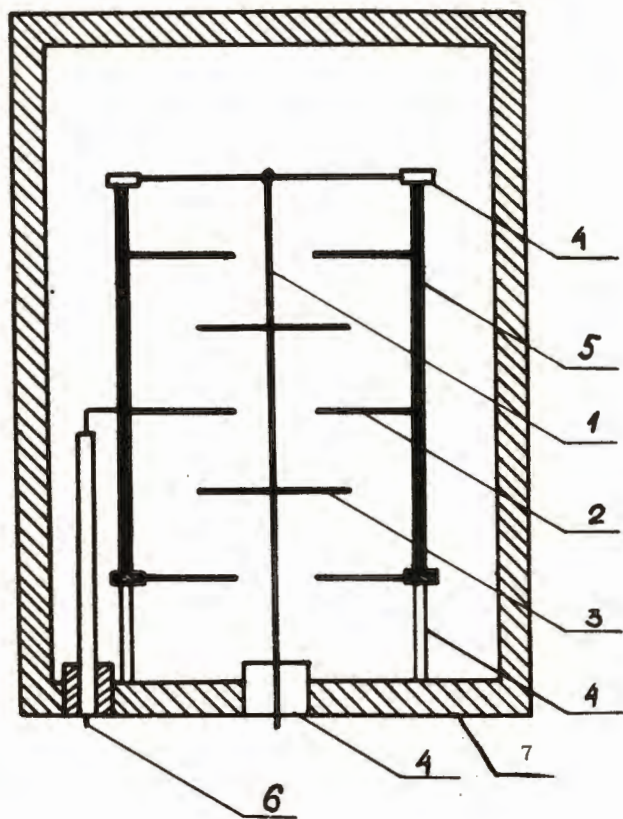


Рис.2. Схема конструкции камеры; 1 - коллектор; 2 - пластины мишени; 3 - кольца, припаянные к коллектору в промежутках между пластинами; 4 - изолятор; 5 - экран; 6 - высоковольтный ввод (-2100 в); 7 - вакуумный кожух.

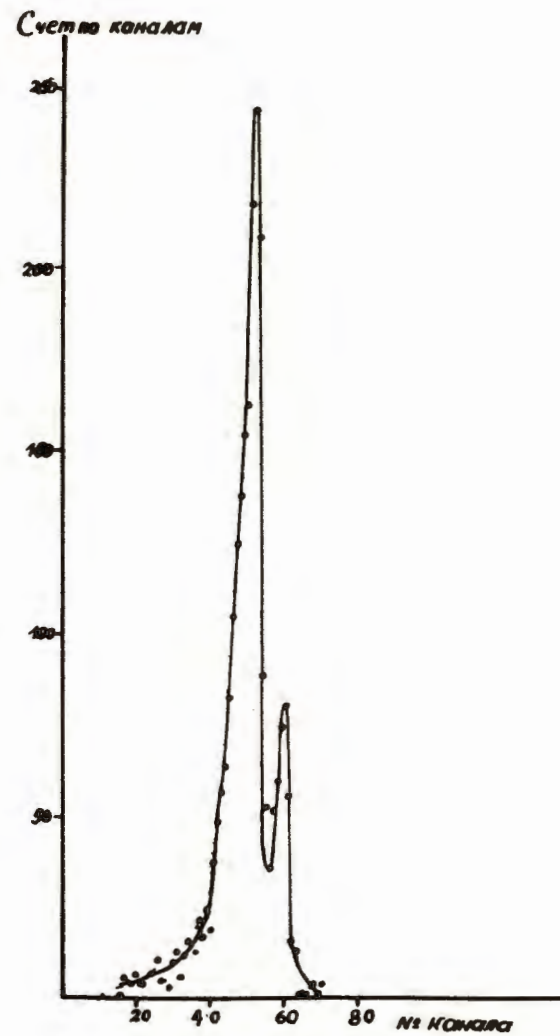


Рис.3. Амплитудный спектр α -частиц естественного урана.